

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-162139

(43)Date of publication of application : 19.06.1998

(51)Int.Cl. G06T 7/00
G01B 11/00

(21)Application number : 08-317740 (71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 28.11.1996 (72)Inventor : OKITA SHINICHI

(54) IMAGE PROCESSOR AND MEDIUM WHERE IMAGE PROCESSING PROGRAM IS RECORDED

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily and fast search a reference image from in an input image as to an image processor which searches a specified reference image from an externally supplied input image and a medium where the image processing program for actualizing the processor by using a computer.

SOLUTION: The image processor which searches from the given input image the specified reference image is equipped with a reference means 1 which previously stores a frequency distribution $S_{p\theta}$ in a $p\theta$ Hough space found by processing and input image by Hough transformation, a Hough transforming means 2 which transforms the input image into the frequency distribution $T_{p\theta}$ in the $p\theta$ Hough space by Hough transformation, and a search means 3 which decides the correlation between the said frequency distribution $T_{p\theta}$ and frequency distribution $s_{p\theta}$ and judges 'whether or not a reference image in the input image' from whether or not they correlate to each other.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]An image processing device which investigates a predetermined image comparison from a given inputted imagecomprising:

A reference means which memorizes beforehand frequency distribution on rhotheta Hough space which performed and asked said image comparison for Hough transformation.

A Hough transforming means which performs Hough transformation to said inputted imageand is changed into frequency distribution on rhotheta Hough space.

Frequency distribution changed by said Hough transforming means.

An investigation means to judge correlation with frequency distribution memorized by said reference meansand to judge existence of said image comparison by existence of said correlation.

[Claim 2]In the image processing device according to claim 1said investigation means is $\rho = \rho / (\text{average value of } \rho)$.

$\Theta = \theta - (\text{average value of } \theta)$

An image processing device judging correlation with frequency distribution of said inputted imageand frequency distribution of said image comparisonand judging existence of said image comparison by existence of said correlation on rhotheta Hough space which was alike and was standardized by being based.

[Claim 3]The image processing device comprising according to claim 1 or 2:

Frequency distribution from which said investigation means was changed by said Hough transforming means.

A correlation calculating means which computes a cross correlation function with frequency distribution memorized by said reference means.

A correlation judging means which judges correlation based on a cross

correlation function computed by said correlation calculating means and judges existence of said image comparison by existence of said correlation.

[Claim 4] The image processing device according to any one of claims 1 to 3 which is provided with the following and characterized by said investigation means performing said investigation about an inputted image and an image comparison which were judged in said edge judging means to be those with correlation.

A continuation edge extraction means which it asks for a gradient of a concentration value from said inputted image and the direction of a gradient is in agreement and extracts a continuous edge group.

An edge judging means which calculates a pixel number of an edge group extracted by said continuation edge extraction means and judges correlation with a pixel number of an edge group in said image comparison.

[Claim 5] It is the medium which recorded an image processing program for realizing the image processing device according to any one of claims 1 to 3 using a computer. A medium which recorded an image processing program for operating a computer as said reference means, said Hough transforming means and said investigation means.

[Claim 6] It is the medium which recorded an image processing program for realizing the image processing device according to claim 4 using a computer. A medium which recorded an image processing program for operating a computer as said reference means, said Hough transforming means, said investigation means, said continuation edge extraction means and said edge judging means.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the medium which recorded the image processing program for realizing the image processing device which investigates a predetermined image comparison and its device using a computer out of the given inputted image.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally in the laser beam machining device or the stepper which carries out automatic recognition of the alignment mark of a processing object etc. and performs alignment is put in practical use. The device which performs automatic recognition of a character and the device which performs automatic classification of the article which flows through a band conveyor are also put in practical use.

[0003] In these devices the processing which investigates the image comparison registered beforehand out of the picture of the inputted camera or the picture of a character becomes important. In order to use it for such image processing the image processing device which investigates an image comparison out of an inputted image and the image processing program for it are developed.

Recently as this kind of an image processing device the thing using generalization Hough transformation is known well.

[0004] Drawing 13 is a figure explaining image processing (conventional example) by this kind of generalization Hough transformation. Here the case where the image comparison 71 is investigated from the inside of an inputted image is explained.

[0005] First the image comparison 71 is beforehand registered into an image processing device. On the occasion of this registration an image processing device sets up the reference point $R_g (X_g Y_g)$ on the image comparison 71. This reference point R_g is set as the position of the image comparison 71 in which others are [being a centroid position and] suitable. Next an image processing device asks for the gradient for every pixel about the concentration value of the

image comparison 71 and extracts an edge line from the size (edge intensity) of this gradient.

[0006] An image processing device selects some points on this edge line at the point F_j (henceforth "the focus F_j ") which shows the feature of a picture. Herean image processing device performs processing of following the (1) - (4) in detail about each of the focus F_j .

[0007] (1) Compute tangential direction θ_{tj} of the edge line in the focus F_j based on the direction of a gradient of the focus F_j .

(2) Compute angle-of-direction ϕ_{ij} which the tangent of the edge line in the focus F_j and the straight line which connects the focus F_j and the reference point R_g make.

(3) Compute the distance r_j of the focus F_j and the reference point R_j .

(4) Make into a group value θ_{tj} computed in this way ϕ_{ij} and r_j and store in the reference table 72 on an internal memory.

By the above processing the reference table 72 which carried out model expression of the image comparison 71 is completed.

[0008] Investigation of the image comparison 71 is performed as follows using this reference table 72. First an image processing device incorporates an inputted image from the exterior and asks for the gradient of the concentration value of an inputted image. An image processing device extracts an edge line from the size (edge intensity) of this gradient. An image processing device selects some points (XY) on this edge line at the focus F_i of an inputted image.

[0009] Herean image processing device performs processing of following the (1) - (6) in detail about each of the focus F_i of an inputted image.

(1) Set up angle-of-rotation θ_{tar} and the magnification S .

(2) Compute tangential direction θ_{tai} of the edge line in the focus F_i based on the direction of a gradient of the focus F_i .

(3) Search for tangential direction θ_{tj} near "the aggregate value of tangential direction θ_{tai} and angle-of-rotation θ_{tar} " out of the reference table 72.

(4) Acquire the numerical value ($r_j\phi_{ij}$) corresponding to tangential direction

thetaj for which it was searched out of the reference table 72.

(5) It is based on the figure of these and is $X_c = X + r_j - S \cdot \cos(\theta_{tj} + \phi_{ij}) \dots$ (1)

$Y_c = Y + r_j - S \cdot \sin(\theta_{tj} + \phi_{ij}) \dots$ (2)

It computes and the candidate $R_c(X_c Y_c)$ of a reference point is obtained.

(6) ***** the accumulated $A(X_c Y_c \theta_{tj} S)$ set as fourth dimension parameter space corresponding to the parameter value X_c obtained in this way $Y_c \theta_{tj}$ and S .

[0010] Generalization Hough transformation of the inputted image is carried out on fourth dimension parameter space by the above processing. An image processing device repeats such generalization Hough transformation while only a predetermined unit value changes angle-of-rotation θ_{tj} and the magnification S .

[0011] Temporarily if the image comparison is contained in the inputted image a maximum point will arise in the frequency distribution of the accumulated A . Then an image processing device extracts the accumulated A exceeding a predetermined threshold $(X_c Y_c \theta_{tj} S)$ as a detecting point. It is presumed that the image comparison by which linear mapping was carried out for angle-of-rotation θ_{tj} and the magnification S exists in the position of the reference point $(X_c Y_c)$ in an inputted image based on the parameter value $(X_c Y_c \theta_{tj} S)$ of this detecting point.

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way in the above image processing devices when the number of the focus F_i of an inputted image was set to N_f the number of units of angle-of-rotation θ_{tj} was set to N_θ and the number of units of the magnification S was set to N_s there was a problem that huge data processing of a time $(N_f \cdot N_\theta \cdot N_s)$ had to be performed.

[0013] When investigating scanning to the pixel unit of an inputted image and pixel size of the inputted image was made into the horizontal S_x pixel and it was a vertical S_y pixel there was a problem that huge data processing which also attains to a time $(S_x \cdot S_y \cdot N_f \cdot N_\theta \cdot N_s)$ had to be performed.

[0014]Thus in order to perform huge data processing the time required required for investigation of an image comparison was long and the problem of being inapplicable was among the fields of which high-speed image processing is required. So it aims at providing the image processing device which can investigate an image comparison simple and promptly from the inside of an inputted image in the invention according to claim 1.

[0015]In the invention according to claim 2 it combines with the purpose of claim 1 and the image comparison in an inputted image aims at providing the image processing device which can investigate this image comparison simple and promptly also in rotation or the state where scaling was carried out.

[0016]It aims at providing the image processing device which can investigate an image comparison exactly also when it combines with the purpose of claim 1 and the number of the focus of an image comparison and the number of the focus of an inputted image are different in the invention according to claim 3.

[0017]In the invention according to claim 4 it combines with the purpose of claim 1 and aims at providing the image processing device which can investigate an image comparison promptly much more from the inside of an inputted image.

[0018]In the invention according to claim 5 the medium by which the image processing program for realizing the image processing device of claims 1-3 using a computer was recorded is specified as one mode of an invention. In the invention according to claim 6 the medium by which the image processing program for realizing the image processing device of claim 4 using a computer was recorded is specified as one mode of an invention.

[0019]

[Means for Solving the Problem]Drawing 1 is a principle block diagram corresponding to an invention given in claims 1 and 2. Image processing device of this invention which investigates a predetermined image comparison from a given inputted image is characterized by that the invention according to claim 1 comprises the following.

The reference means 1 which memorizes beforehand the frequency distribution

Srhotheta on rhotheta Hough space which performed and asked an image comparison for Hough transformation.

Hough transforming means 2 which performs Hough transformation to an inputted image and is changed into the frequency distribution Trhotheta on rhotheta Hough space.

Frequency distribution Trhotheta changed by Hough transforming means 2. An investigation means 3 to judge correlation with the frequency distribution Srhotheta memorized by the reference means 1 and to judge "existence of an image comparison in an inputted image" by existence of the correlation.

[0020] In the invention according to claim 2 in the image processing device according to claim 1 the investigation means 3 is $\rho = \rho / (\text{average value of } \rho)$.

$\theta = \theta - (\text{average value of } \theta)$

On rhotheta Hough space which was alike and was standardized by being based on correlation with the frequency distribution Trhotheta of an inputted image and the frequency distribution Srhotheta of an image comparison is judged and existence of an image comparison is judged by existence of the correlation.

[0021] Drawing 2 is a principle block diagram corresponding to the invention according to claim 3. The invention according to claim 3 is [this invention] characterized by that the image processing device according to claim 1 or 2 comprises the following.

Frequency distribution Trhotheta from which the investigation means 3 was changed by Hough transforming means 2.

The correlation calculating means 3a which computes a cross correlation function with the frequency distribution Srhotheta memorized by the reference means 1.

The correlation judging means 3b which judges correlation based on a cross correlation function computed by the correlation calculating means 3a and judges existence of an image comparison by existence of the correlation.

[0022]Drawing 3 is a principle block diagram corresponding to the invention according to claim 4. In the image processing device according to any one of claims 1 to 3 the invention according to claim 4The continuation edge extraction means 4 which it asks for a gradient of a concentration value from an inputted imageand the direction of a gradient is in agreementand extracts a continuous edge groupCalculate a pixel number of an edge group extracted by the continuation edge extraction means 4have the edge judging means 5 which judges correlation with a pixel number of an edge group in an image comparisonand the investigation means 3Investigation of claims 1-3 is performed about an inputted image and an image comparison which were judged in the edge judging means 5 to be those with correlation.

[0023]The invention according to claim 5 is the medium which recorded an image processing program for realizing the image processing device according to any one of claims 1 to 3 using a computerIt is the medium which recorded an image processing program for operating a computer as the above-mentioned reference means 1Hough transforming means 2and the investigation means 3.

[0024]The invention according to claim 6 is the medium which recorded an image processing program for realizing the image processing device according to claim 4 using a computerIt is the medium which recorded an image processing program for operating a computer as above-mentioned reference means 1Hough transforming means 2investigation means 3continuation edge extraction means 4and edge judging means 5.

[0025](OPERATION) In an image processing device in connection with claim 1Hough transforming means 2 performs Hough transformation to an inputted image from the outsideand changes into the frequency distribution $T_{\rho\theta}$ on $\rho\theta$ Hough space. On the other handthe frequency distribution $S_{\rho\theta}$ on $\rho\theta$ Hough space produced by performing Hough transformation to an image comparison is beforehand memorized by the reference means 1.

[0026]On $\rho\theta$ Hough spacethe investigation means 3 judges correlation of such frequency distribution $T_{\rho\theta}$ $S_{\rho\theta}$. The investigation means 3

judges whether an image comparison exists in an inputted image according to height of this correlation. In an image processing device in connection with claim 2 the investigation means 3 judges correlation with the frequency distribution $T_{\rho\theta}$ of an inputted image and the frequency distribution $S_{\rho\theta}$ of an image comparison on $\rho\theta$ Hough space standardized based on a lower type. [0027]

$$\text{Rho} = \rho / (\text{average value of } \rho) \dots (3)$$

$$\text{Theta} = \theta - (\text{average value of } \theta) \dots (4)$$

In the above-mentioned (3) type when the frequency distribution $T_{\rho\theta}$ of an inputted image and the frequency distribution $S_{\rho\theta}$ of an image comparison are standardized by ρ shaft orientations respectively a difference in magnification between an inputted image and an image comparison is controlled.

[0028] On the other hand in the above-mentioned (4) type when the frequency distribution $T_{\rho\theta}$ of an inputted image and the frequency distribution $S_{\rho\theta}$ of an image comparison are standardized by θ shaft orientations respectively a difference in an angle of rotation between an inputted image and an image comparison is controlled.

[0029] Thus mutual correlation can be judged on standardized $\rho\theta$ Hough space without taking into consideration a difference in magnification and an angle of rotation which originally exist between an inputted image and an image comparison. Therefore it becomes possible to investigate simple and promptly rotation or an image comparison by which scaling was carried out of an inputted image.

[0030] In an image processing device in connection with claim 3 the correlation calculating means 3a incorporates the frequency distribution $T_{\rho\theta}$ of an inputted image and the frequency distribution $S_{\rho\theta}$ of an image comparison respectively and computes a cross correlation function about such frequency distribution. The correlation judging means 3b judges whether an image comparison exists in an inputted image according to a size of this cross correlation function.

[0031] Here a cross correlation function is the value which standardized covariance between the frequency distribution T_{θ} with standard deviation of each frequency distribution. Therefore in a cross correlation function a difference in picture element density between an image comparison and an inputted image a difference in the number of the focus etc. are controlled appropriately. For example when correlation of the frequency distribution T_{θ} is [that the number of the focus of an image comparison differs from the number of the focus of an inputted image] extremely high it is $\{T_{\theta} - (\text{average value of } T_{\theta})\} = A - \{S_{\theta} - (\text{average value of } S_{\theta})\}$.

... (5)

The constant A ($A > 0$) which carries out ***** satisfaction exists. A value of this constant A is a value produced by the difference in the number of the focus. Also in such a case a value of a cross correlation function is not concerned with a value of A at all but takes a value of "1" mostly.

[0032] Thus in an invention of claim 3 correlation of the frequency distribution T_{θ} can be exactly judged by performing a correlation judging using a cross correlation function without taking into consideration a difference in picture element density or the number of the focus. In an image processing device in connection with claim 4 the continuation edge extraction means 4 asks for a gradient of a concentration value from an inputted image. The direction of the continuation edge extraction means 4 of this gradient corresponds and a continuous edge group is extracted.

[0033] The edge judging means 5 calculates a pixel number of these edge groups respectively and judges correlation with a pixel number of an edge group in an image comparison. Such a correlation judging compares only distribution of a pixel number of an edge group simple and promptly. Therefore based on a judgment of "having no correlation" in this correlation judging it can be judged immediately that an image comparison does not exist in an inputted image.

[0034] However since it will compare only within the partial feature of a picture it is

difficult to decide promptly only based on a judgment "with correlation" if an image comparison exists in an inputted image. [in this correlation judging] Then a correlation judging about a pixel number of this edge group is used for an investigation candidate's narrowing down in the investigation means 3. By such an investigation candidate's narrowing down a picture with a mutually related low possibility can be excepted simple and promptly and processing time which investigation processing takes can be shortened substantially.

[0035] A program for realizing the above-mentioned reference means 1 Hough transforming means 2 and the investigation means 3 using a computer is recorded on a medium in connection with claim 5. In all constituent features of a set and a computer function on any 1 paragraph of claims 1-3 as image processing devices by executing a program on this medium in a computer.

[0036] A program for realizing above-mentioned reference means 1 Hough transforming means 2 investigation means 3 continuation edge extraction means 4 and edge judging means 5 using a computer is recorded on a medium in connection with claim 6. In all the constituent features according to claim 4 a set and a computer function as image processing devices by executing a program on this medium in a computer.

[0037]

[Embodiment of the Invention] Hereafter the embodiment in this invention is described based on a drawing. Drawing 4 is a figure showing the hard structure of the embodiment corresponding to claims 1-6. In drawing 4 the main bus 12 which usually exchanges data etc. at a speed and the high-speed local bus 13 which is high-speed and exchanges data etc. are connected to CPU board 11 which has an arithmetic processing circuit a control circuit (not shown) etc.

[0038] The disk drive part 14 is connected to this main bus 12 and the recording medium 15 with which the image processing program etc. were recorded is detached and attached by the disk drive part 14. The display 17 is connected to the main bus 12 via D/A converter 16. The imaging device 19 is connected to the main bus 12 via A/D converter 18.

[0039]The memory 20 which stores picture informationfrequency distributionetc.and the high speed operation treating part 21 which performs high speed operation based on the instructions from CPU board 11 are connected to the main bus 12. On the other handCPU board 11the memory 20and the high speed operation treating part 21 are connected by turns via the high-speed local bus 13.

[0040]Drawing 5 is a block diagram about the calculation function of this embodiment. When this drawing 5 executes the image processing program recorded on the recording medium 15 in CPU board 11it indicates the function which uses the memory 20the high speed operation treating part 21etc.and is realized to a block unit. In drawing 5the inputted image picturized in the imaging device 19 and a new image comparison are inputted into the differential processing section 33 via the input processing part 31.

[0041]The output of this differential processing section 33 is inputted into the Hough transformation part 34 and the continuation edge extracting part 35and the output of the Hough transformation part 34 is inputted into the standardized processing part 36. the output of the standardized processing part 36 is individually inputted into the referred data storage parts store 37 and the correlation coefficient operation part 38 -- on the other hand -- the output of the continuation edge extracting part 35 -- a pixel -- calculation -- it is inputted into the part 39.

[0042]a pixel -- calculation -- the output of the part 39 is individually inputted into the referred data storage parts store 37 and the edge similarity judgment part 40and the output of the referred data storage parts store 37 is individually inputted into the correlation coefficient operation part 38 and the edge similarity judgment part 40. The output of the correlation coefficient operation part 38 and the output of the edge similarity judgment part 40 are individually inputted into the image recognition processing part 41.

[0043]Hereif the judgment "it is dissimilar about an edge part" is outputted from the edge similarity judgment part 40the image recognition processing part 41 will

emit the following directions (dotted-line part shown in drawing 5). That is the image recognition processing part 41 points to discontinuation of "processing in connection with Hough transformation" to the Hough transformation part 34 the standardized processing part 36 and the correlation coefficient operation part 38 and directs the instant start of the next processing to the input processing part 31.

[0044] About the correspondence relation of an invention according to claim 1 and this embodiment the reference means 1 corresponds to the referred data storage parts store 37 Hough transforming means 2 corresponds to the Hough transformation part 34 and the investigation means 3 corresponds to the correlation coefficient operation part 38 and the image recognition processing part 41. About the correspondence relation of an invention according to claim 2 and this embodiment the investigation means 3 corresponds to the standardized processing part 36 the correlation coefficient operation part 38 and the image recognition processing part 41.

[0045] About the correspondence relation of an invention according to claim 3 and this embodiment the correlation calculating means 3a corresponds to the correlation coefficient operation part 38 and the correlation judging means 3b corresponds to the image recognition processing part 41. about the correspondence relation of an invention according to claim 4 and this embodiment the continuation edge extraction means 4 corresponds to the continuation edge extracting part 35 -- the edge judging means 5 -- a pixel -- calculation -- it corresponds to the part 39 and the edge similarity judgment part 40.

[0046] About the correspondence relation of an invention according to claim 5 and this embodiment the medium by which the image processing program was recorded is equivalent to the recording medium 15. About the correspondence relation of an invention according to claim 6 and this embodiment the medium by which the image processing program was recorded is equivalent to the recording medium 15. Drawing 6 is a figure showing the data flow of this embodiment.

[0047] Hereafter operation of this embodiment is explained focusing on drawing 5 and drawing 6.

(Starting of an image processing program) CPU board 11 reads an image processing program from the recording medium 15 first using the disk drive part 14. CPU board 11 starts this image processing program and performs the following operation.

[0048] (Creation of referred data) CPU board 11 performs creation of referred data as follows about a new image comparison first. CPU board 11 incorporates a new image comparison from the imaging device 19, the disk drive part 14 or the memory 20.

[0049] To this image comparison, processing of equalization compression is performed in the input processing part 31 (Step S1). Here, processing of equalization compression is processing which reduces a pixel number by classifying a picture into the block of about 2x2 pixels and taking average value, a median value, etc. of a concentration value for every block, for example. By this processing, the pixel number of an image comparison is reduced to sufficient grade required for image recognition.

[0050] The differential processing section 33 computes the X ingredient G_x of the gradient of a concentration value by applying the direction operator of X of Prewitt shown in drawing 7 (a) to the image comparison after this equalization compression (Step S2). This G_x is Y ingredient and consent of the direction of pattern edge. The differential processing section 33 computes Y ingredient G_y of the gradient of a concentration value by applying the direction operator of Y of Prewitt shown in drawing 7 (a) to the image comparison after equalization compression (Step S3). This G_y is X ingredient and consent of the direction of pattern edge.

[0051] The differential processing section 33 is based on the gradient ($G_x G_y$) of each pixel and are edge intensity $|G| = (G_x^2 + G_y^2)^{1/2} \dots (6)$

It computes and asks for edge intensity $|G|$ of each pixel. The differential processing section 33 carries out the threshold decision of edge intensity $|G|$ of

each pixel and extracts the pixel exceeding a predetermined threshold as the focus (step S4).

[0052] Next the differential processing section 33 is based on the gradient ($G_x G_y$) of the focus and is slope angle $\theta = \tan^{-1} (G_y/G_x) \dots (7)$

It computes and this slope angle θ is memorized as data of the focus (Step S5). The angle of deflection of pattern edge serves as $\tan^{-1} (G_x/G_y)$. The continuation edge extracting part 35 classifies into each group (henceforth "an edge group") the focus when the slope angle θ was in agreement in the prescribed range at and the picture element position continued from the data of the focus for every edge group shown in drawing 8 (alpha). The continuation edge extracting part 35 computes average value θ_{av} about these edge group's slope angle θ and the slope angle ($\theta - \theta_{av}$) which standardized is searched for.

[0053] on the other hand -- a pixel -- calculation -- the part 39 calculates the focus N [several] contained in each edge group and computes the distribution ratio (N/M) divided by the total M of the focus. a pixel -- calculation -- the part 39 makes a group the distribution ratio (N/M) of this number of the focus and the standardized slope angle ($\theta - \theta_{av}$) and stores it in the referred data storage parts store 37 (Step S6). As a result the information about an edge group as shows drawing 8 (beta) is accumulated in the referred data storage parts store 37.

[0054] On the other hand the Hough transformation part 34 computes the centroid position of the focus by equalizing the position coordinate of the focus in XY both directions. The position coordinate (xy) of each focus is searched for by making this centroid position into the starting point.

[0055] The Hough transformation part 34 is based on the position coordinate (xy) and the slope angle θ for every focus and is length $\rho = x \cdot \cos \theta + y \cdot \sin \theta$ of an altitude... (8)

It computes. As shown in drawing 9 (a) an altitude here is an altitude taken down from the starting point towards the tangent of the edge located at the focus.

[0056]As a result the Q focus located in a line on the straight line on XY space is changed into the cumulative frequency Q in one (rho theta) on rho theta Hough space as shown in drawing 9 (b) (Step S7). Drawing 10 is an explanatory view showing the frequency distribution on rho theta Hough space in three dimensions. The standardized processing part 36 is based on average value rho av of length rho and average value theta av of the slope angle theta and is $\rho = \rho / \rho_{av}$... (9)
 $\Theta = \theta - \theta_{av}$ -- - (10)

It computes and rho theta Hough space is standardized to rho shaft orientations and theta shaft orientations (Step S8).

[0057]By performing such standardized processing by various kinds of pictures shown in drawing 11 the difference in magnification or an angle of rotation is controlled properly and the same frequency distribution is obtained for example. The standardized processing part 36 stores the frequency distribution S rho theta of the image comparison on standardized rho theta Hough space in the referred data storage parts store 37. The frequency distribution S rho theta of an image comparison is used for the standardized processing part 36 [Equation 1]

[Equation 2]

It computes sigma for standard deviation sigmas of the frequency distribution S rho theta and stores in the referred data storage parts store 37 (step S9). n in a formula is the sample size on rho theta Hough side.

[0058]By the above operation creation of referred data to a new image comparison is completed.

(Processing image recognition to an inputted image) next processing operation of image recognition over an inputted image are explained.

[0059]First CPU board 11 incorporates an inputted image from the imaging device 19. To this inputted image processing of equalization compression is performed in

the input processing part 31 (Step S11). The differential processing section 33 computes the X ingredient G_x of a gradient of a concentration value by applying the direction operator of X of Prewitt to an inputted image after this equalization compression (Step S12).

[0060]The differential processing section 33 computes Y ingredient G_y of a gradient of a concentration value by applying the direction operator of Y of Prewitt to an inputted image after equalization compression (Step S13). The differential processing section 33 computes a size of a gradient ($G_x G_y$) for every pixel and asks for edge intensity $|G|$.

[0061]The differential processing section 33 carries out the threshold decision of edge intensity $|G|$ of each pixel and extracts a pixel exceeding a predetermined threshold as the focus (Step S14). Next the differential processing section 33 computes the slope angle θ of a gradient ($G_x G_y$) of the focus and memorizes this slope angle θ as data of the focus (Step S15). The continuation edge extracting part 35 carries out the group division of the focus when the slope angle θ was in agreement in a prescribed range at a picture element position continued from data of the focus at an edge group. The continuation edge extracting part 35 computes average value θ_{av} about these edge group's slope angle θ and a slope angle ($\theta - \theta_{av}$) which standardized is searched for for every edge group.

[0062]on the other hand -- a pixel -- calculation -- the part 39 calculates each edge group's focus N [several] and computes a distribution ratio (N/M) divided by the total M of the focus. It is judged whether a slope angle ($\theta - \theta_{av}$) and a distribution ratio (N/M) by the side of an inputted image are in information about an edge group in the referred data storage parts store 37 and tolerance level and the edge similarity judgment part's 40 correspond here.

[0063]It is in tolerance level and when not in agreement the image recognition processing part 41 will be promptly decided if an image comparison does not exist in an inputted image and interrupts processing operation of image recognition (Step S22). On the other hand it is in tolerance level and when in agreement it

judges that the image recognition processing part 41 has a high possibility that an image comparison exists in an inputted image and processing image recognition on rhotheta Hough space is started as follows.

[0064] First the Hough transformation part 34 computes a centroid position of the focus by equalizing a position coordinate in XY both directions about the focus of an inputted image. A position coordinate (xy) of each focus is searched for by making this centroid position into the starting point. The Hough transformation part 34 computes length rho of an altitude by substituting a position coordinate (xy) and the slope angle theta for every focus for (8) types (Step S17).

[0065] Based on average value rhoav of length rho and average value thetaav of the slope angle theta the standardized processing part 36 computes (9) types and (10) types and standardizes rhotheta Hough space to rho shaft orientations and theta shaft orientations (Step S18). The frequency distribution Trhotheta of an inputted image on standardized rhotheta Hough space is used for the standardized processing part 36 [Equation 3]

[Equation 4]

It computes and asks for standard deviation sigma_t of the frequency distribution Trhotheta (Step S19). m in a formula is the sample size on rhotheta Hough side.

[0066] As opposed to the frequency distribution Srhotheta of the image comparison in which the correlation coefficient operation part 38 was stored in the referred data storage parts store 37 and the frequency distribution Trhotheta of an inputted image [Equation 5]

It computes and asks for the covariance C_{st} (Step S20). k in (15) types is the sample size on rhotheta Hough side.

[0067]The correlation coefficient operation part 38 reads standard deviation σ of the image comparison stored in the referred data storage parts store 37 and combines with the value of standard deviation σ of an inputted image and the covariance Cst [Equation 6]

It computes and the cross correlation function P between the frequency distribution $S_{\rho\theta}$ $T_{\rho\theta}$ is calculated (Step S21).

[0068]The image recognition processing part 41 carries out the threshold decision of the absolute value of this cross correlation function P (Step S22). When this absolute value exceeds a predetermined threshold (about [for example] 0.8) the image recognition processing part 41 judges with an image comparison existing in an inputted image. On the other hand when this absolute value does not exceed a predetermined threshold the image recognition processing part 41 judges with an image comparison not existing in an inputted image.

[0069]By operation explained above it can be certainly judged by this embodiment whether an image comparison exists in an inputted image. On $\rho\theta$ Hough space since a straight line on a picture is collected by one point a complicated line segment which constitutes a picture is changed into frequency distribution of a simple point. therefore in this embodiment what is necessary is just to perform a correlation judging about frequency distribution of a point and an arithmetic processing amount can be boiled markedly and can be reduced.

[0070]in this invention since an image comparison is recorded in the form of simple frequency distribution a storage capacity required for memory of an image comparison can be boiled markedly and can be saved. Since many image comparisons will be recorded especially in a device which performs character recognition this invention is dramatically preferred. In this embodiment a correlation judging is performed on standardized $\rho\theta$ Hough space. On this standardized $\rho\theta$ Hough space a difference in magnification and an angle of

rotation which originally exist between an inputted image and an image comparison can be disregarded and mutual correlation can be judged. Therefore it becomes possible to investigate rotation or an image comparison by which scaling was carried out simple and at high speed out of an inputted image.

[0071] Since the cross correlation function P is used for a correlation judging it can be judged whether an image comparison exists in an inputted image without taking into consideration "a difference in picture element density" and "a difference in the number of the focus" between an image comparison and an inputted image. In this embodiment since information about an edge group is compared as prior processing of image recognition a candidate who should investigate can be scolded exactly and a correlation judging of frequency distribution can be carried out. Therefore processing time which image recognition takes can be shortened substantially.

[0072] Although only a judgment of whether an image comparison exists in an inputted image is performed in an embodiment mentioned above an application use of this invention is not limited to this. For example as shown in drawing 12 it may be judged whether a partial area of an inputted image is started and an image comparison exists in the partial area in a similar manner to be an embodiment. A partial area which includes this partial area for an image comparison horizontal scanning and by carrying out vertical scanning can also be searched out of an inputted image.

[0073] Although an embodiment mentioned above explained a case where an image comparison was the singular number this invention is not limited to this. The judgment same about two or more image comparisons as an embodiment may be performed to serial. In an embodiment mentioned above although the cross correlation function P is used for a correlation judging of frequency distribution this invention is not limited to this and if it is the technique of a correlation judging it is [anything] good. For example a correlation judging of frequency distribution may be performed using the matching technique such as a remainder sequential test method (the SSDA method) and a difference sum-of-

squares method.

[0074]In an embodiment mentioned abovealthough the cross correlation function P is computed for a correlation judging of frequency distributionthis invention is not limited to this and may compute a numerical value convertible into a cross correlation function.

[Equation 7]

For exampleusing an upper typethe square value (what is called a contribution) of the cross correlation function P may be computedand it may be judged by the threshold decision of this square value whether an image comparison exists in an inputted image. Since a square root operation required for calculation of the cross correlation function P can be excluded in such compositionit is suitable.

[0075]In an embodiment mentioned abovealthough each pixel number N of an edge group is standardized in the total M of the focusthis invention is not limited to this. For examplea correlation judging may be performed about each pixel number N of an edge group. Although an embodiment mentioned above has not described a kind of medium which recorded an image processing programthis invention is not limited to a kind of this medium. For exampleROM (read-only memory)a semiconductor recording mediuman optical recording mediuma magnetic recording mediumor an optical magnetic recording medium may be used.

[0076]Although an edge part of a picture is extracted and it is considered as the focus in an embodiment mentioned abovethis invention does not necessarily need this processing. For examplewhite or black either should be made into the focus in a monochrome line drawingwithout extracting an edge part. In an embodiment mentioned abovealthough a gradient of a concentration value has been obtained using an operator of Prewittif it is a spatial differentiation filteranything can be used. For examplea gradient may be computed using an operator of Sobel as shown in drawing 7 (b)etc.

[0077]In an embodiment mentioned abovealthough execution of an image processing program is performing a series of operationsthis invention is not limited to this. For examplea part or all of composition as shown in drawing 5 may be transposed to a gate array circuitor a custom IC and other hard structureand it may realize. Although an embodiment mentioned above described a device which has the high speed operation treating part 21this invention is not limited to this. For example, data processing as shown in drawing 6 may be performed using a common computer.

[0078]

[Effect of the Invention]As explained abovein the invention according to claim 1it can be certainly judged by carrying out the correlation judging of an inputted image and the image comparison on rhotheta Hough space whether an image comparison exists in an inputted image. Usuallyon rhotheta Hough spacesince the straight line on a picture is collected by one pointthe complicated line segment which constitutes a picture is changed into the frequency distribution of a simple point. Thereforein this inventionwhat is necessary is just to perform a correlation judging about the frequency distribution of a simple point in many casesand the arithmetic processing amount which carries out necessary to a correlation judging can be reduced.

[0079]Since the arithmetic processing amount which carries out necessary to a correlation judging as mentioned above is reducedit becomes possible to shorten efficiently time to carry out necessary to investigation of an image comparison. Thereforeit is suitable for the use as which high-speed image processing is required. What is necessary is just to record an image comparison by this invention compared with the case where an image comparison is recorded by bit map format etc.in the form of the simple frequency distribution on rhotheta Hough space. Thereforethe amount of information which should be memorized generally decreases. Thereforeit becomes possible to save the storage capacity of a reference means efficientlyor to record many image comparisons conventionally.

[0080]Since many image comparisons will be recorded especially in the device

which performs character recognition this invention is dramatically preferred. In the invention according to claim 2 correlation of frequency distribution is judged on standardized rho theta Hough space. On this standardized rho theta Hough space the difference in the magnification and angle of rotation which originally exist between an inputted image and an image comparison is controlled.

Therefore mutual correlation can be judged exactly without being influenced so much by the difference in magnification or an angle of rotation. As a result it becomes possible also about rotation or the image comparison by which scaling was carried out to investigate simple and at high speed out of an inputted image. [0081] Complicated data processing needed to be repeated repeatedly especially in the image processing device which adopted the conventional generalization Hough transformation having reached far and wide and changing magnification and an angle of rotation finely. However since the difference in magnification or an angle of rotation can control easily the invention of claim 2 is sufficient if a correlation judging is performed as it is or magnification and an angle of rotation are shifted slightly and a correlation judging is performed. Therefore an arithmetic processing amount decreases much more and it becomes possible to shorten arithmetic processing time substantially.

[0082] In the invention according to claim 3 correlation of frequency distribution is judged based on a cross correlation function. Therefore it can be judged exactly whether an image comparison exists in an inputted image without being influenced so much by the difference in picture element density and the difference in the number of the focus between an image comparison and an inputted image. In the image processing device in connection with claim 4 since distribution of the pixel number of an edge group is compared the candidate of a picture who should investigate can be narrowed down simple and promptly.

[0083] Therefore a picture with low correlation can be excepted simple and promptly and the processing time which investigation processing takes can be shortened efficiently. In the medium in connection with claim 5 all the constituent features indicated in any 1 paragraph of claims 1-3 gather by executing the

image processing program on this medium in a computer. Therefore a computer can be operated as any 1 paragraph of claims 1-3 as an image processing device of a statement.

[0084] In the medium in connection with claim 6 all the constituent features indicated to claim 4 gather by executing the image processing program on this medium in a computer. Therefore a computer can be operated as the image processing device according to claim 4.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a principle block diagram corresponding to an invention given in claims 1 and 2.

[Drawing 2] It is a principle block diagram corresponding to the invention according to claim 3.

[Drawing 3] It is a principle block diagram corresponding to the invention according to claim 4.

[Drawing 4] It is a figure showing the hard structure of the embodiment corresponding to claims 1-6.

[Drawing 5] When the image processing program recorded on the recording medium 15 is executed in CPU board 11 it is the figure which indicated the function which uses CPU board 11 the memory 20 the high speed operation treating part 21 etc. and is realized to the block unit.

[Drawing 6] It is a figure showing the data flow of this embodiment.

[Drawing 7] It is a figure showing an example of the differentiation filter on space.

[Drawing 8] It is a figure explaining the information about an edge group.

[Drawing 9] It is a figure explaining Hough transformation.

[Drawing 10] It is an explanatory view showing the frequency distribution on rho theta Hough space in three dimensions.

[Drawing 11] It is an explanatory view of the standardized processing on rho-theta Hough space.

[Drawing 12] It is a figure explaining pattern matching in XY space.

[Drawing 13] It is a figure explaining typical image processing (conventional example) by generalized Hough transformation.

[Description of Notations]

- 1 Reference means
- 2 Hough transforming means
- 3 Investigation means
- 3a Correlation calculating means
- 3b Correlation judging means
- 4 Continuation edge extraction means
- 5 Edge judging means
- 11 CPU board
- 12 Main bus
- 13 High-speed local bus
- 14 Disk drive part
- 15 Recording medium
- 16 D/A converter
- 17 Display
- 18 A/D converter
- 19 Imaging device
- 20 Memory
- 21 High speed operation treating part
- 31 Input processing part
- 33 Differential processing section
- 34 Hough transformation part
- 35 Continuation edge extracting part
- 36 Standardized processing part
- 37 Referred data storage parts store

38 Correlation coefficient operation part

39 a pixel -- calculation -- a part

40 Edge similarity judgment part

41 Image recognition processing part

72 Reference table

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-162139

(43)公開日 平成10年(1998)6月19日

(51)Int.Cl.⁸

識別記号

F I

G 0 6 T 7/00

G 0 6 F 15/70

3 3 0 F

G 0 1 B 11/00

G 0 1 B 11/00

H

G 0 6 F 15/62

4 0 0

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 13 頁)

(21)出願番号

特願平8-317740

(22)出願日

平成8年(1996)11月28日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 沖田 晋一

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
式会社ニコン内

(74)代理人 弁理士 古谷 史旺 (外1名)

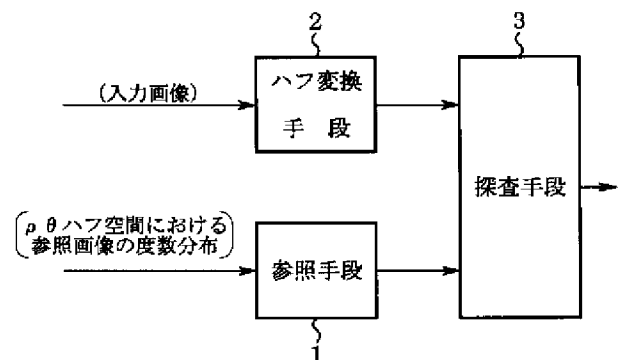
(54)【発明の名称】 画像処理装置、および画像処理プログラムを記録した媒体

(57)【要約】

【課題】 本発明は、外部から与えられた入力画像から、所定の参照画像を探索する画像処理装置、およびその装置をコンピュータを用いて実現するための画像処理プログラムを記録した媒体に関し、入力画像内から参照画像を簡便かつ高速に探索することを目的とする。

【解決手段】 与えられた入力画像から所定の参照画像を探索する画像処理装置であって、参照画像にハフ変換を施して求めた $\rho\theta$ ハフ空間上の度数分布 $S\rho\theta$ を、予め記憶する参照手段1と、入力画像にハフ変換を施し、 $\rho\theta$ ハフ空間上の度数分布 $T\rho\theta$ に変換するハフ変換手段2と、ハフ変換手段2により変換された度数分布 $T\rho\theta$ と、参照手段1に記憶された度数分布 $S\rho\theta$ との相関を判定し、その相関の有無により「入力画像内における参照画像の有無」を判断する探索手段3とを備えて構成される。

請求項1, 2に記載の発明に対応する原理ブロック図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 与えられた入力画像から、所定の参照画像を探索する画像処理装置であって、
前記参照画像にハフ変換を施して求めた ρ θ ハフ空間上の度数分布を、予め記憶する参照手段と、
前記入力画像にハフ変換を施し、 ρ θ ハフ空間上の度数分布に変換するハフ変換手段と、
前記ハフ変換手段により変換された度数分布と、前記参照手段に記憶された度数分布との相関を判定し、前記相関の有無により前記参照画像の有無を判断する探索手段と、
を備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の画像処理装置において、
前記探索手段は、

$$\rho = \rho / (\rho \text{の平均値})$$

$$\theta = \theta - (\theta \text{の平均値})$$

に基づいて規格化された ρ θ ハフ空間上において、前記入力画像の度数分布と前記参照画像の度数分布との相関を判定し、前記相関の有無により前記参照画像の有無を判断することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の画像処理装置において、
前記探索手段は、
前記ハフ変換手段により変換された度数分布と、前記参照手段に記憶された度数分布との相互相関係数を算出する相関算出手段と、
前記相関算出手段により算出された相互相関係数に基づいて相関を判定し、前記相関の有無により前記参照画像の有無を判断する相関判定手段とを備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 4】 請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置において、
前記入力画像に対し濃度値のグラジエントを求め、グラジエント方向が一致し、かつ連続するエッジ群を抽出する連続エッジ抽出手段と、
前記連続エッジ抽出手段により抽出されたエッジ群の画素数を計数し、前記参照画像におけるエッジ群の画素数との相関を判定するエッジ判定手段とを備え、
前記探索手段は、
前記エッジ判定手段において相関有りと判定された入力画像と参照画像とについて、前記探索を実行することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 5】 請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置をコンピュータを用いて実現するための画像処理プログラムを記録した媒体であって、
コンピュータを、前記参照手段、前記ハフ変換手段および前記探索手段として機能させるための画像処理プログラムを記録した媒体。

【請求項 6】 請求項 4 に記載の画像処理装置をコンピ

ュータを用いて実現するための画像処理プログラムを記録した媒体であって、

コンピュータを、前記参照手段、前記ハフ変換手段、前記探索手段、前記連続エッジ抽出手段および前記エッジ判定手段として機能させるための画像処理プログラムを記録した媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、与えられた入力画像の中から、所定の参照画像を探索する画像処理装置、およびその装置をコンピュータを用いて実現するための画像処理プログラムを記録した媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、レーザー加工装置やステッパーでは、加工対象のアライメントマークなどを自動認識して位置合わせを行うものが実用化されている。また、文字の自動認識を行う装置や、ベルトコンベアを流れる物品の自動区分を行う装置も実用化されている。

【0003】これらの装置では、入力されたカメラの画像や文字の画像の中から、予め登録された参照画像を探索する処理が重要となる。このような画像処理に使用するため、入力画像の中から参照画像を探索する画像処理装置や、そのための画像処理プログラムが開発されている。近時、この種の画像処理装置としては、一般化ハフ変換を利用したものがよく知られている。

【0004】図 1 3 は、この種の一般化ハフ変換による画像処理（従来例）を説明する図である。ここでは、入力画像内から参照画像 7 1 を探索するケースについて説明する。

【0005】まず、参照画像 7 1 が、画像処理装置に予め登録される。この登録に際して、画像処理装置は、参照画像 7 1 の上に基準点 R g (X g, Y g) を設定する。この基準点 R g は、参照画像 7 1 の重心位置その他の適当な位置に設定される。次に、画像処理装置は、参照画像 7 1 の濃度値について画素ごとのグラジエントを求め、このグラジエントの大きさ（エッジ強度）からエッジラインを抽出する。

【0006】画像処理装置は、このエッジラインの上のいくつかの点を、画像の特徴を示す点 F j（以下「特徴点 F j」という）に選定する。ここで、画像処理装置は、特徴点 F j の個々について、下記（1）～（4）の処理を逐一実行する。

【0007】（1）特徴点 F j のグラジエント方向に基づいて、特徴点 F j におけるエッジラインの接線方向 θ_j を算出する。

（2）特徴点 F j におけるエッジラインの接線と、特徴点 F j および基準点 R g を結ぶ直線とがなす方位角 ϕ_j を算出する。

（3）特徴点 F j と基準点 R j との距離 r_j を算出する。

(4) このように算出された値 θ_j , φ_j , r_j を組にして、内部メモリ上の参照テーブル 72 に格納する。
以上の処理により、参照画像 71 をモデル表現した参照テーブル 72 が完成する。

【0008】この参照テーブル 72 を用いて、次のように参照画像 71 の探査が実行される。まず、画像処理装置は、外部から入力画像を取り込み、入力画像の濃度値のグラジエントを求める。画像処理装置は、このグラジエントの大きさ（エッジ強度）からエッジラインを抽出する。画像処理装置は、このエッジライン上のいくつかの点（X, Y）を、入力画像の特徴点 F_i に選定する。

【0009】ここで、画像処理装置は、入力画像の特徴

$$X_c = X + r_j \cdot S \cdot \cos(\theta_j + \varphi_j) \quad \dots (1)$$

$$Y_c = Y + r_j \cdot S \cdot \sin(\theta_j + \varphi_j) \quad \dots (2)$$

を算出し、基準点の候補 $R_c(X_c, Y_c)$ を得る。

(6) このように得られたパラメータ値 X_c , Y_c , θ_r , S に対応して、四次元パラメータ空間に設定された累積値 $A(X_c, Y_c, \theta_r, S)$ をインクリメントする。

【0010】以上の処理により、入力画像が、四次元パラメータ空間上に一般化ハフ変換される。画像処理装置は、このような一般化ハフ変換を、回転角 θ_r および倍率 S を所定の刻み値だけ変更しながら繰り返す。

【0011】仮に、入力画像内に参照画像が含まれていると、累積値 A の度数分布には極大点が生じる。そこで、画像処理装置は、所定の閾値を超える累積値 $A(X_c, Y_c, \theta_r, S)$ を検出ポイントとして抽出する。この検出ポイントのパラメータ値（ X_c , Y_c , θ_r , S ）に基づいて、回転角 θ_r および倍率 S で線形写像された参照画像が、入力画像内の基準点（ X_c , Y_c ）の位置に存在することが推定される。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述のような画像処理装置では、入力画像の特徴点 F_i の数を N_f とし、回転角 θ_r の刻み数を N_θ とし、倍率 S の刻み数を N_s とすると、（ $N_f \cdot N_\theta \cdot N_s$ ）回の膨大な演算処理を実行しなければならないという問題点があった。

【0013】さらに、入力画像の画素単位に走査しながら探査を行うような場合には、入力画像の画素サイズを横 S_x 画素とし、縦 S_y 画素とすると、（ $S_x \cdot S_y \cdot N_f \cdot N_\theta \cdot N_s$ ）回にも及ぶ膨大な演算処理を実行しなければならないという問題点があった。

【0014】このように膨大な演算処理を実行するため、参照画像の探査に必要な所要時間が長く、高速な画像処理を要求される分野には適用できないという問題点があった。そこで、請求項 1 に記載の発明では、入力画像内から参照画像を簡便かつ迅速に探査することができる画像処理装置を提供することを目的とする。

【0015】請求項 2 に記載の発明では、請求項 1 の目的と併せて、入力画像内の参照画像が回転または拡大縮

点 F_i の個々について、下記（1）～（6）の処理を逐一実行する。

（1）回転角 θ_r , 倍率 S を設定する。

（2）特徴点 F_i のグラジエント方向に基づいて、特徴点 F_i におけるエッジラインの接線方向 θ_i を算出する。

（3）参照テーブル 72 の中から、「接線方向 θ_i と回転角 θ_r との加算値」に近い接線方向 θ_j を探索する。

（4）参照テーブル 72 の中から、探索された接線方向 θ_j に対応する数値（ r_j , φ_j ）を得る。

（5）これらの数値に基づいて

小さされた状態においても、この参照画像を簡便かつ迅速に探査することができる画像処理装置を提供することを目的とする。

【0016】請求項 3 に記載の発明では、請求項 1 の目的と併せて、参照画像の特徴点数と、入力画像の特徴点数とが相違している場合にも、参照画像の探査を的確に行うことができる画像処理装置を提供することを目的とする。

【0017】請求項 4 に記載の発明では、請求項 1 の目的と併せて、入力画像内から参照画像を一段と迅速に探査することができる画像処理装置を提供することを目的とする。

【0018】請求項 5 に記載の発明では、コンピュータを用いて請求項 1～3 の画像処理装置を実現するための画像処理プログラムが記録された媒体を、発明の一態様として明示する。請求項 6 に記載の発明では、コンピュータを用いて請求項 4 の画像処理装置を実現するための画像処理プログラムが記録された媒体を、発明の一態様として明示する。

【0019】

【課題を解決するための手段】図 1 は、請求項 1, 2 に記載の発明に対応する原理ブロック図である。請求項 1 に記載の発明は、与えられた入力画像から所定の参照画像を探査する画像処理装置であって、参照画像にハフ変換を施して求めた $\rho\theta$ ハフ空間上の度数分布 $S\rho\theta$ を、予め記憶する参照手段 1 と、入力画像にハフ変換を施し、 $\rho\theta$ ハフ空間上の度数分布 $T\rho\theta$ に変換するハフ変換手段 2 と、ハフ変換手段 2 により変換された度数分布 $T\rho\theta$ と、参照手段 1 に記憶された度数分布 $S\rho\theta$ との相関を判定し、その相関の有無により「入力画像内における参照画像の有無」を判断する探査手段 3 とを備えたことを特徴とする。

【0020】請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の画像処理装置において、探査手段 3 は、

$$\rho = \rho / (\rho \text{ の平均値})$$

$$\theta = \theta - (\theta \text{ の平均値})$$

に基づいて規格化された $\rho\theta$ ハフ空間上において、入力画像の度数分布 $T\rho\theta$ と参照画像の度数分布 $S\rho\theta$ との相関を判定し、その相関の有無により参照画像の有無を判断することを特徴とする。

【0021】図2は、請求項3に記載の発明に対応する原理ブロック図である。請求項3に記載の発明は、請求項1または請求項2に記載の画像処理装置において、探索手段3は、ハフ変換手段2により変換された度数分布 $T\rho\theta$ と、参照手段1に記憶された度数分布 $S\rho\theta$ との相互相関係数を算出する相関算出手段3aと、相関算出手段3aにより算出された相互相関係数に基づいて相関を判定し、その相関の有無により参照画像の有無を判断する相関判定手段3bとを備えたことを特徴とする。

【0022】図3は、請求項4に記載の発明に対応する原理ブロック図である。請求項4に記載の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の画像処理装置において、入力画像に対して濃度値のグラジエントを求めて、グラジエント方向が一致し、かつ連続するエッジ群を抽出する連続エッジ抽出手段4と、連続エッジ抽出手段4により抽出されたエッジ群の画素数を計数し、参照画像におけるエッジ群の画素数との相関を判定するエッジ判定手段5とを備え、探索手段3は、エッジ判定手段5において相関有りと判定された入力画像と参照画像とについて、請求項1～3の探索を実行することを特徴とする。

【0023】請求項5に記載の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の画像処理装置をコンピュータを用いて実現するための画像処理プログラムを記録した媒体であって、コンピュータを、上記の参照手段1、ハフ変換手段2および探索手段3として機能させるための画像処理プログラムを記録した媒体である。

【0024】請求項6に記載の発明は、請求項4に記載の画像処理装置をコンピュータを用いて実現するための画像処理プログラムを記録した媒体であって、コンピュータを、上記の参照手段1、ハフ変換手段2、探索手段3、連続エッジ抽出手段4およびエッジ判定手段5として機能させるための画像処理プログラムを記録した媒体である。

【0025】（作用）請求項1にかかわる画像処理装置では、ハフ変換手段2が、外部からの入力画像にハフ変換を施し、 $\rho\theta$ ハフ空間上の度数分布 $T\rho\theta$ に変換す

$$\{T\rho\theta - (T\rho\theta \text{の平均値})\} = A \cdot$$

をほぼ満足する定数 A ($A > 0$) が存在する。この定数 A の値は、特徴点数の違いにより生じる値である。このようなケースにおいても、相互相関係数の値は、 A の値に一切かわからず、ほぼ「1」の値を取る。

【0032】このように、請求項3の発明では、相互相関係数を用いて相関判定を行うことにより、画素密度や特徴点数の違いを考慮せずに、度数分布 $T\rho\theta$ 、 $S\rho\theta$

る。一方、参照手段1には、参照画像にハフ変換を施して得られた $\rho\theta$ ハフ空間上の度数分布 $S\rho\theta$ が、予め記憶されている。

【0026】探索手段3は、 $\rho\theta$ ハフ空間上において、これらの度数分布 $T\rho\theta$ 、 $S\rho\theta$ の相関を判定する。探索手段3は、この相関の高さに応じて、入力画像内に参照画像が存在するか否かを判断する。請求項2にかかわる画像処理装置では、探索手段3が、下式に基づいて規格化された $\rho\theta$ ハフ空間上において、入力画像の度数分布 $T\rho\theta$ と参照画像の度数分布 $S\rho\theta$ との相関を判定する。

【0027】

$$\rho = \rho / (\rho \text{の平均値}) \quad \dots (3)$$

$$\theta = \theta - (\theta \text{の平均値}) \quad \dots (4)$$

上記の(3)式では、入力画像の度数分布 $T\rho\theta$ と参照画像の度数分布 $S\rho\theta$ とが、それぞれ ρ 軸方向に規格化されることにより、入力画像と参照画像との間における倍率の違いが抑制される。

【0028】一方、上記の(4)式では、入力画像の度数分布 $T\rho\theta$ と参照画像の度数分布 $S\rho\theta$ とが、それぞれ θ 軸方向に規格化されることにより、入力画像と参照画像との間における回転角の違いが抑制される。

【0029】このように、規格化された $\rho\theta$ ハフ空間上では、入力画像と参照画像との間に本来存在する倍率および回転角の違いを考慮せずに、相互の相関を判定することができる。したがって、回転または拡大縮小された参照画像を、入力画像内から簡便かつ迅速に探索することが可能となる。

【0030】請求項3にかかわる画像処理装置では、相関算出手段3aが、入力画像の度数分布 $T\rho\theta$ と、参照画像の度数分布 $S\rho\theta$ とをそれぞれ取り込み、これらの度数分布について相互相関係数を算出する。相関判定手段3bは、この相互相関係数の大きさに応じて、入力画像内に参照画像が存在するか否かを判断する。

【0031】ここで、相互相関係数は、度数分布 $T\rho\theta$ 、 $S\rho\theta$ の間の共分散を、個々の度数分布の標準偏差で規格化した値である。したがって、相互相関係数においては、参照画像と入力画像との間の画素密度の違いや、特徴点数の違いなどが適切に抑制される。例えば、参照画像の特徴点数と入力画像の特徴点数とが異なり、かつ度数分布 $T\rho\theta$ 、 $S\rho\theta$ の相関が極端に高い場合、

$$\{S\rho\theta - (S\rho\theta \text{の平均値})\}$$

$$\dots (5)$$

の相関を的確に判定することができる。請求項4にかかわる画像処理装置では、連続エッジ抽出手段4が、入力画像に対して濃度値のグラジエントを求める。連続エッジ抽出手段4は、このグラジエントの方向が一致し、かつ連続するエッジ群を抽出する。

【0033】エッジ判定手段5は、これらのエッジ群の画素数をそれぞれ計数し、参照画像におけるエッジ群の

画素数との相関を判定する。このような相関判定は、エッジ群の画素数の配分のみを簡便かつ迅速に比較するものである。したがって、この相関判定における「相関なし」の判定に基づいて、入力画像内に参照画像が存在しないと即座に判断することができる。

【0034】しかしながら、画像の一部特徴に限って比較を行うことになるので、この相関判定における「相関あり」の判定のみに基づいて、入力画像内に参照画像が存在すると即断することは困難である。そこで、このエッジ群の画素数に関する相関判定を、探査手段3における探査候補の絞り込みに使用する。このような探査候補の絞り込みにより、相関の可能性が低い画像を簡便かつ迅速に除外し、探査処理に要する処理時間を大幅に短縮することができる。

【0035】請求項5にかかわる媒体には、上記の参照手段1、ハフ変換手段2および探査手段3をコンピュータを用いて実現するためのプログラムが記録される。この媒体上のプログラムを、コンピュータにおいて実行することにより、請求項1～3のいずれか1項に記載の構成要件が全て揃い、コンピュータが画像処理装置として機能する。

【0036】請求項6にかかわる媒体には、上記の参照手段1、ハフ変換手段2、探査手段3、連続エッジ抽出手段4およびエッジ判定手段5をコンピュータを用いて実現するためのプログラムが記録される。この媒体上のプログラムを、コンピュータにおいて実行することにより、請求項4に記載の構成要件が全て揃い、コンピュータが画像処理装置として機能する。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明における実施の形態を説明する。図4は、請求項1～6に対応した実施形態のハード構成を示す図である。図4において、演算処理回路および制御回路など（図示せず）を有するCPUボード11には、通常速度でデータなどのやり取りを行うメインバス12と、高速度でデータなどのやり取りを行う高速ローカルバス13とが接続される。

【0038】このメインバス12にはディスクドライブ部14が接続され、ディスクドライブ部14には、画像処理プログラムなどが記録された記録媒体15が着脱される。また、メインバス12には、D/Aコンバータ16を介して表示装置17が接続される。さらに、メインバス12には、A/Dコンバータ18を介して撮像装置19が接続される。

【0039】また、メインバス12には、画像情報や度数分布などを格納するメモリ20と、CPUボード11からの指令に基づいて高速演算を実行する高速演算処理部21とが接続される。一方、CPUボード11、メモリ20および高速演算処理部21は、高速ローカルバス13を介して交互に接続される。

【0040】図5は、本実施形態の演算機能に関するブロック図である。なお、この図5は、記録媒体15に記録された画像処理プログラムをCPUボード11において実行した際に、メモリ20および高速演算処理部21などを用いて実現される機能をブロック単位に記載したものである。図5において、撮像装置19において撮像された入力画像と、新規の参照画像とは、入力処理部31を介して微分処理部33に入力される。

【0041】この微分処理部33の出力は、ハフ変換部34および連続エッジ抽出部35に入力され、ハフ変換部34の出力は、規格化処理部36に入力される。規格化処理部36の出力は、参照データ記憶部37および相関係数演算部38に個別に入力され、一方、連続エッジ抽出部35の出力は、画素計数部39に入力される。

【0042】画素計数部39の出力は、参照データ記憶部37およびエッジ類似性判定部40に個別に入力され、参照データ記憶部37の出力は、相関係数演算部38およびエッジ類似性判定部40に個別に入力される。相関係数演算部38の出力と、エッジ類似性判定部40の出力とは、個別に画像認識処理部41に入力される。

【0043】ここで、エッジ類似性判定部40から「エッジ部に関して類似性がない」との判定が出力されると、画像認識処理部41は、下記の指示（図5中に示す点線部）を発する。すなわち、画像認識処理部41は、ハフ変換部34、規格化処理部36および相関係数演算部38に対し、「ハフ変換にかかわる処理」の中断を指示し、かつ入力処理部31に対し次の処理の即時開始を指示する。

【0044】なお、請求項1に記載の発明と本実施形態との対応関係については、参照手段1は参照データ記憶部37に対応し、ハフ変換手段2はハフ変換部34に対応し、探査手段3は相関係数演算部38および画像認識処理部41に対応する。請求項2に記載の発明と本実施形態との対応関係については、探査手段3は、規格化処理部36、相関係数演算部38および画像認識処理部41に対応する。

【0045】請求項3に記載の発明と本実施形態との対応関係については、相関算出手段3aは相関係数演算部38に対応し、相関判定手段3bは画像認識処理部41に対応する。請求項4に記載の発明と本実施形態との対応関係については、連続エッジ抽出手段4は連続エッジ抽出部35に対応し、エッジ判定手段5は画素計数部39およびエッジ類似性判定部40に対応する。

【0046】請求項5に記載の発明と本実施形態との対応関係については、画像処理プログラムが記録された媒体が、記録媒体15に対応する。請求項6に記載の発明と本実施形態との対応関係については、画像処理プログラムが記録された媒体が、記録媒体15に対応する。図6は、本実施形態のデータフローを示す図である。

【0047】以下、図5、図6を中心にして本実施形態

の動作を説明する。

〔画像処理プログラムの起動〕まず、CPUボード11は、ディスクドライブ部14を用いて、記録媒体15から画像処理プログラムを読み出す。CPUボード11は、この画像処理プログラムを起動して、下記の動作を実行する。

【0048】（参照データの作成）まず、CPUボード11は、新規の参照画像について参照データの作成を次のように実行する。CPUボード11は、新規の参照画像を、撮像装置19、ディスクドライブ部14またはメモリ20などから取り込む。

【0049】この参照画像は、入力処理部31において平均化圧縮の処理が施される（ステップS1）。ここで、「平均化圧縮の処理」とは、例えば、画像を 2×2 画素程度のブロックに区分し、各ブロックごとに濃度値

$$\text{エッジ強度} |G| = (G_x^2 + G_y^2)^{1/2} \quad \dots (6)$$

を算出し、各画素のエッジ強度 $|G|$ を求める。微分処理部33は、各画素のエッジ強度 $|G|$ を閾値判定し、所定の閾値を越える画素を特徴点として抽出する（ステップS4）。

【0052】次に、微分処理部33は、特徴点のグラジエント (G_x, G_y) に基づいて、

$$\text{勾配角} \theta = \tan^{-1}(G_y / G_x) \quad \dots (7)$$

を算出し、この勾配角 θ を特徴点のデータとして記憶する（ステップS5）。なお、パターンエッジの方向角は、 $\tan^{-1}(G_x / G_y)$ となる。連続エッジ抽出部35は、特徴点のデータから、勾配角 θ が所定範囲内で一致し、かつ画素位置が連続した特徴点を、図8(a)に示すエッジ群ごとに、個々のグループ（以下「エッジグループ」という）に区分する。さらに、連続エッジ抽出部35は、これらエッジグループの勾配角 θ について平均値 θ_{av} を算出し、規格化を施した勾配角 $(\theta - \theta_{av})$

$$\text{垂線の長さ} \rho = x \cdot \cos \theta + y \cdot \sin \theta$$

を算出する。なお、図9(a)に示すように、ここでの垂線は、特徴点に位置するエッジの接線に向けて、原点から下ろした垂線のことである。

【0056】その結果、XY空間上で一直線上に並んでいたQ個の特徴点が、図9(b)に示すように、 ρ - θ ハフ空間上の一点 (ρ, θ) における累積度数Qに変換される（ステップS7）。なお、図10は、 ρ - θ ハフ空間上の度数分布を立体的に示した説明図である。規格化処理部36は、長さ ρ の平均値 ρ_{av} と、勾配角 θ の平均値 θ_{av} とに基づいて、

$$\rho = \rho / \rho_{av} \quad \dots (9)$$

$$\theta = \theta - \theta_{av} \quad \dots (10)$$

を算出し、 ρ - θ ハフ空間を ρ 軸方向および θ 軸方向に規

$$\sigma_s = \left[\frac{1}{n} \sum_{\rho} \sum_{\theta} (S_{\rho\theta} - S_{av})^2 \right]^{1/2} \quad \dots (12)$$

を算出して、度数分布 $S_{\rho\theta}$ の標準偏差 σ_s を求め、参照データ記憶部37に格納する（ステップS9）。な

の平均値やメディアン値などをとることにより、画素数を低減する処理である。この処理により、画像認識に必要な程度まで参照画像の画素数が低減される。

【0050】微分処理部33は、この平均化圧縮後の参照画像に対して、図7(a)に示すPrewittのX方向オペレータをかけ、濃度値のグラジエントのX成分 G_x を算出する（ステップS2）。なお、この G_x は、パターンエッジ方向のY成分と同意である。さらに、微分処理部33は、平均化圧縮後の参照画像に対して、図7(a)に示すPrewittのY方向オペレータをかけ、濃度値のグラジエントのY成分 G_y を算出する（ステップS3）。なお、この G_y は、パターンエッジ方向のX成分と同意である。

【0051】微分処理部33は、各画素のグラジエント (G_x, G_y) に基づいて、

$$\dots (6)$$

を求める。

【0053】一方、画素計数部39は、各エッジグループに含まれる特徴点数Nを計数し、特徴点の総数Mで割った配分比 (N/M) を算出する。画素計数部39は、この特徴点数の配分比 (N/M) と、規格化された勾配角 $(\theta - \theta_{av})$ とを組にして、参照データ記憶部37に格納する（ステップS6）。その結果、参照データ記憶部37には、図8(b)に示すようなエッジグループに関する情報が蓄積される。

【0054】一方、ハフ変換部34は、特徴点の位置座標をXY両方向に平均化して、特徴点の重心位置を算出する。この重心位置を原点として、各特徴点の位置座標 (x, y) を求める。

【0055】ハフ変換部34は、各特徴点ごとの位置座標 (x, y) と勾配角 θ とに基づいて、

$$\dots (8)$$

格化する（ステップS8）。

【0057】このような規格化処理を施すことにより、例えば、図11に示す各種の画像では、倍率や回転角の違いが適正に抑制されて同じ度数分布が得られる。規格化処理部36は、規格化された ρ - θ ハフ空間上における参照画像の度数分布 $S_{\rho\theta}$ を参照データ記憶部37に格納する。また、規格化処理部36は、参照画像の度数分布 $S_{\rho\theta}$ を用いて、

【数1】

$$S_{av} = \frac{1}{n} \sum_{\rho} \sum_{\theta} S_{\rho\theta} \quad \dots (11)$$

【数2】

お、式中のnは、 ρ - θ ハフ面上の標本数である。

【0058】以上の動作により、新規の参照画像に対す

る参照データの作成が完了する。

（入力画像に対する画像認識処理）次に、入力画像に対する画像認識の処理動作を説明する。

【0059】まず、CPUボード11は、入力画像を、撮像装置19から取り込む。この入力画像は、入力処理部31において平均化圧縮の処理が施される（ステップS11）。微分処理部33は、この平均化圧縮後の入力画像に対して、PrewittのX方向オペレータをかけ、濃度値のグラジエントのX成分 G_x を算出する（ステップS12）。

【0060】さらに、微分処理部33は、平均化圧縮後の入力画像に対して、PrewittのY方向オペレータをかけ、濃度値のグラジエントのY成分 G_y を算出する（ステップS13）。微分処理部33は、グラジエント（ G_x , G_y ）の大きさを各画素ごとに算出し、エッジ強度 $|G|$ を求める。

【0061】微分処理部33は、各画素のエッジ強度 $|G|$ を閾値判定し、所定の閾値を越える画素を特徴点として抽出する（ステップS14）。次に、微分処理部33は、特徴点のグラジエント（ G_x , G_y ）の勾配角 θ を算出し、この勾配角 θ を特徴点のデータとして記憶する（ステップS15）。連続エッジ抽出部35は、特徴点のデータから、勾配角 θ が所定範囲内で一致し、かつ画素位置が連続した特徴点をエッジグループにグループ分けする。さらに、連続エッジ抽出部35は、これらエッジグループの勾配角 θ について平均値 θ_{av} を算出し、規格化を施した勾配角（ $\theta - \theta_{av}$ ）をエッジグループごとに求める。

【0062】一方、画素計数部39は、各エッジグループの特徴点数 N を計数し、特徴点の総数 M で割った配分

$$\sigma_t = \left[\frac{1}{m} \sum_{\rho} \sum_{\theta} (T_{\rho\theta} - T_{av})^2 \right]^{1/2} \quad \dots (14)$$

を算出して、度数分布 $T_{\rho\theta}$ の標準偏差 σ_t を求める（ステップS19）。なお、式中の m は、 $\rho\theta$ ハフ面上の標本数である。

【0066】相関係数演算部38は、参照データ記憶部

$$C_{st} = \frac{1}{k} \sum_{\rho} \sum_{\theta} (S_{\rho\theta} - S_{av})(T_{\rho\theta} - T_{av}) \quad \dots (15)$$

を算出し、共分散 C_{st} を求める（ステップS20）。なお、（15）式中の k は、 $\rho\theta$ ハフ面上の標本数である。

【0067】さらに、相関係数演算部38は、参照データ記憶部37に格納された参照画像の標準偏差 σ_s を読み出し、入力画像の標準偏差 σ_t および共分散 C_{st} の値と併せて、

$$P = C_{st} / (\sigma_s \cdot \sigma_t) \quad \dots (16)$$

を算出し、度数分布 $S_{\rho\theta}$, $T_{\rho\theta}$ の間の相互相関係数 P を求める（ステップS21）。

比（ N/M ）を算出する。ここで、エッジ類似性判定部40は、入力画像側の勾配角（ $\theta - \theta_{av}$ ）および配分比（ N/M ）が、参照データ記憶部37内のエッジグループに関する情報と許容範囲内で一致するか否かを判定する。

【0063】許容範囲内で一致しない場合、画像認識処理部41は、入力画像内に参照画像が存在しないと即断して、画像認識の処理動作を中断する（ステップS22）。一方、許容範囲内で一致した場合、画像認識処理部41は、入力画像内に参照画像が存在する可能性が高いと判断して、 $\rho\theta$ ハフ空間上の画像認識処理を次のように開始する。

【0064】まず、ハフ変換部34は、入力画像の特徴点について位置座標をXY両方向に平均化して、特徴点の重心位置を算出する。この重心位置を原点として、各特徴点の位置座標（ x , y ）を求める。ハフ変換部34は、各特徴点ごとの位置座標（ x , y ）と勾配角 θ とを（8）式に代入して、垂線の長さ ρ を算出する（ステップS17）。

【0065】規格化処理部36は、長さ ρ の平均値 ρ_{av} と、勾配角 θ の平均値 θ_{av} とに基づいて、（9）式、（10）式を算出し、 $\rho\theta$ ハフ空間を ρ 軸方向および θ 軸方向に規格化する（ステップS18）。規格化処理部36は、規格化された $\rho\theta$ ハフ空間上における入力画像の度数分布 $T_{\rho\theta}$ を用いて、

【数3】

$$T_{av} = \frac{1}{m} \sum_{\rho} \sum_{\theta} T_{\rho\theta} \quad \dots (13)$$

【数4】

37に格納された参照画像の度数分布 $S_{\rho\theta}$ と、入力画像の度数分布 $T_{\rho\theta}$ とに対して、

【数5】

【0068】画像認識処理部41は、この相互相関係数 P の絶対値を閾値判定する（ステップS22）。もし、この絶対値が所定の閾値（例えば、0.8程度）を超えた場合、画像認識処理部41は、入力画像内に参照画像が存在すると判定する。一方、この絶対値が所定の閾値を超えない場合、画像認識処理部41は、入力画像内に参照画像が存在しないと判定する。

【0069】以上説明した動作により、本実施形態では、入力画像内に参照画像が存在するか否かを確実に判定することができる。また、 $\rho\theta$ ハフ空間上では、画像上の直線が一点に集約されるため、画像を構成する複雑

な線分が、単純な点の度数分布に変換される。したがって、本実施形態では、点の度数分布について相関判定を行えばよく、演算処理量を格段に低減することができる。

【0070】さらに、本発明では、単純な度数分布の形式で参照画像を記録するので、参照画像の記憶に必要な記憶容量を格段に節約することができる。特に、文字認識を行う装置では、多数の参照画像を記録することになるので、本発明は非常に好適である。また、本実施形態では、規格化された $\rho\theta$ ハフ空間上において、相関判定を行う。この規格化された $\rho\theta$ ハフ空間上では、入力画像と参照画像との間に本来存在する倍率および回転角の違いを無視して、相互の相関を判定することができる。そのため、回転または拡大縮小された参照画像を、入力画像内から簡便かつ高速に探査することが可能となる。

【0071】さらに、相関判定に相互相関係数 P を用いているので、参照画像と入力画像との間の「画素密度の違い」や「特徴点数の違い」を考慮せずに、入力画像内に参照画像が存在するか否かを判断することができる。また、本実施形態では、画像認識の事前処理として、エッジグループに関する情報を比較しているので、探査すべき候補を的確に絞って、度数分布の相関判定を実施することができる。したがって、画像認識に要する処理時間を大幅に短縮することができる。

$$P^2 = \frac{[\sum_{\rho, \theta} (S_{\rho, \theta} - S_{av}) (T_{\rho, \theta} - T_{av})]^2}{[\sum_{\rho, \theta} (T_{\rho, \theta} - T_{av})^2] [\sum_{\rho, \theta} (S_{\rho, \theta} - S_{av})^2]} \quad \dots (17)$$

例えば、上式を用いて、相互相関係数 P の二乗値（いわゆる寄与率）を算出し、この二乗値の閾値判定により、入力画像内に参照画像が存在するか否かを判定してもよい。このような構成では、相互相関係数 P の算出に必要な平方根演算を省くことができるので好適である。

【0075】さらに、上述した実施形態では、エッジ群の各画素数 N を特徴点の総数 M で規格化しているが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、エッジ群の各画素数 N について、相関判定を行うものでもよい。また、上述した実施形態では、画像処理プログラムを記録した媒体の種類について述べていないが、本発明は、この媒体の種類に限定されるものではない。例えば、ROM（読み出し専用メモリ）、半導体記録媒体、光記録媒体、磁気記録媒体または光磁気記録媒体などでもよい。

【0076】さらに、上述した実施形態では、画像のエッジ部分を抽出して特徴点としているが、本発明はこの処理を必ずしも必要とするものではない。例えば、白黒の線画などでは、エッジ部分を抽出せずに、白または黒のどちらかを特徴点とすればよい。また、上述した実施形態では、Prewittのオペレータを使用して濃度

【0072】なお、上述した実施形態では、入力画像内に参照画像が存在するか否かの判定のみを行っているが、本発明の適用用途はこれに限定されるものではない。例えば、図12に示すように、入力画像の一部領域を切り出して、その一部領域内に参照画像が存在するか否かを、実施形態と同様に判定してもよい。また、この一部領域を主走査および副走査することにより、参照画像を含む一部領域を入力画像内から探索することもできる。

【0073】また、上述した実施形態では、参照画像が単数の場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。複数の参照画像について実施形態と同様の判定を逐次に行ってもよい。さらに、上述した実施形態では、度数分布の相関判定に相互相関係数 P を用いているが、本発明はこれに限定されるものではなく、相関判定の手法ならばなんでもよい。例えば、残差逐次検定法（SSDA法）や差分二乗和法などのマッチング手法を用いて、度数分布の相関判定を行ってもよい。

【0074】また、上述した実施形態では、度数分布の相関判定のために、相互相関係数 P を算出しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、相互相関係数に変換可能な数値を算出してもよい。

【数7】

値のグラジエントを得ているが、空間微分フィルタならば如何なるものでも使用できる。例えば、図7（b）に示すようなSobelのオペレータなどを用いて、グラジエントを算出してもよい。

【0077】さらに、上述した実施形態では、画像処理プログラムの実行により一連の動作を行なっているが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、図5に示すような構成の一部もしくは全部を、ゲートアレイ回路やカスタムICその他のハード構成に置き換えて実現してもよい。また、上述した実施形態では、高速演算処理部21を有する装置について述べたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、一般的なコンピュータを用いて、図6に示すようなデータ処理を行なってもよい。

【0078】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の発明では、入力画像と参照画像とを $\rho\theta$ ハフ空間上で相関判定することにより、入力画像内に参照画像が存在するか否かを確実に判定することができる。通常、 $\rho\theta$ ハフ空間上では、画像上の直線が一点に集約されるため、画像を構成する複雑な線分は、単純な点の度数分布に変

換される。したがって、本発明では、単純な点の度数分布について相関判定を行えばよいことが多く、相関判定に所要する演算処理量を低減することができる。

【0079】また、上記のように相関判定に所要する演算処理量が低減されるので、参照画像の探査に所要する時間を効率的に短縮することが可能となる。そのため、高速な画像処理が要求される用途に好適である。さらに、参照画像をビットマップ形式などで記録する場合に比べ、本発明では、 $\rho\theta$ ハフ空間上の単純な度数分布の形式で参照画像を記録すればよい。そのため、記憶すべき情報量が一般的に少なくなる。したがって、参照手段の記憶容量を効率的に節約したり、従来よりも多数の参照画像を記録することが可能となる。

【0080】特に、文字認識を行う装置では、多数の参照画像を記録することになるので、本発明は非常に好適である。請求項2に記載の発明では、規格化された $\rho\theta$ ハフ空間上において、度数分布の相関を判定する。この規格化された $\rho\theta$ ハフ空間上では、入力画像と参照画像との間に本来存在する倍率および回転角の違いが抑制される。そのため、倍率や回転角の違いにそれ程左右されずに、相互の相関を的確に判定することができる。その結果、回転または拡大縮小された参照画像についても、入力画像内から簡便かつ高速に探査することが可能となる。

【0081】特に、従来の一般化ハフ変換を採用した画像処理装置では、倍率と回転角とを広範囲にわたって細かく変更しながら、複雑な演算処理を何度も繰り返す必要があった。しかしながら、請求項2の発明では、倍率や回転角の違いが簡単に抑制できるので、そのまま相関判定を行ったり、あるいは、倍率や回転角を僅かにずらして相関判定を行えば足りる。したがって、演算処理量が一段と低減し、演算処理時間を大幅に短縮することが可能となる。

【0082】請求項3に記載の発明では、相互相関係数に基づいて度数分布の相関を判定する。したがって、参照画像と入力画像との間における画素密度の違いや特徴点数の違いにそれ程左右されずに、入力画像内に参照画像が存在するか否かを的確に判断することができる。請求項4にかかわる画像処理装置では、エッジ群の画素数の配分を比較するので、探査すべき画像の候補を簡便かつ迅速に絞り込むことができる。

【0083】したがって、相関が低い画像を簡便かつ迅速に除外し、探査処理に要する処理時間を効率的に短縮することができる。請求項5にかかわる媒体では、この媒体上の画像処理プログラムを、コンピュータにおいて実行することにより、請求項1～3のいずれか1項に記載された構成要件が全て揃う。したがって、請求項1～3のいずれか1項に記載の画像処理装置として、コンピュータを機能させることができる。

【0084】請求項6にかかわる媒体では、この媒体上

の画像処理プログラムを、コンピュータにおいて実行することにより、請求項4に記載された構成要件が全て揃う。したがって、請求項4に記載の画像処理装置として、コンピュータを機能させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1, 2に記載の発明に対応する原理ブロック図である。

【図2】請求項3に記載の発明に対応する原理ブロック図である。

【図3】請求項4に記載の発明に対応する原理ブロック図である。

【図4】請求項1～6に対応した実施形態のハード構成を示す図である。

【図5】記録媒体15に記録された画像処理プログラムをCPUボード11において実行した際に、CPUボード11、メモリ20および高速演算処理部21などを用いて実現される機能をブロック単位に記載した図である。

【図6】本実施形態のデータフローを示す図である。

【図7】空間上の微分フィルタの一例を示す図である。

【図8】エッジグループに関する情報を説明する図である。

【図9】ハフ変換を説明する図である。

【図10】 $\rho\theta$ ハフ空間上の度数分布を立体的に示した説明図である。

【図11】 $\rho\theta$ ハフ空間上における規格化処理の説明図である。

【図12】XY空間におけるパターンマッチングを説明する図である。

【図13】一般化ハフ変換による代表的な画像処理（従来例）を説明する図である。

【符号の説明】

- 1 参照手段
- 2 ハフ変換手段
- 3 探査手段
- 3a 相関算出手段
- 3b 相関判定手段
- 4 連続エッジ抽出手段
- 5 エッジ判定手段
- 11 CPUボード
- 12 メインバス
- 13 高速ローカルバス
- 14 ディスクドライブ部
- 15 記録媒体
- 16 D/Aコンバータ
- 17 表示装置
- 18 A/Dコンバータ
- 19 撮像装置
- 20 メモリ
- 21 高速演算処理部

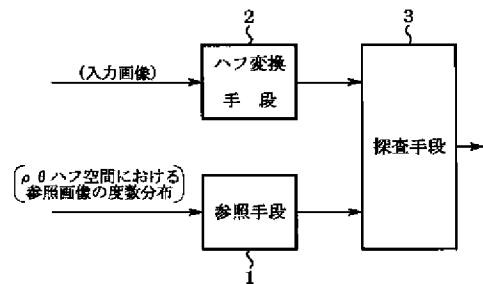
- 31 入力処理部
- 33 微分処理部
- 34 ハフ変換部
- 35 連続エッジ抽出部
- 36 規格化処理部
- 37 参照データ記憶部

- 38 相関係数演算部
- 39 画素計数部
- 40 エッジ類似性判定部
- 41 画像認識処理部
- 72 参照テーブル

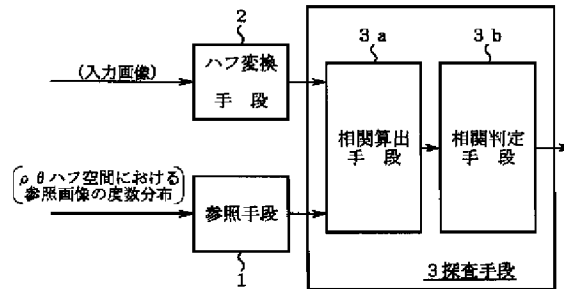
【図 1】

【図 2】

請求項 1, 2 に記載の発明に対応する原理ブロック図



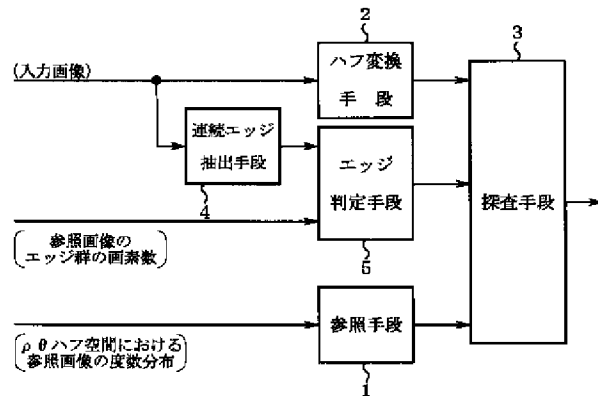
請求項 3 に記載の発明に対応する原理ブロック図



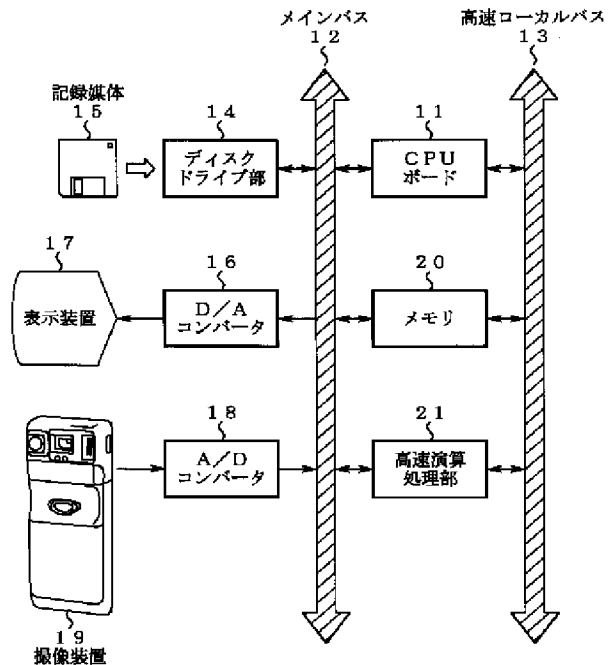
【図 3】

【図 4】

請求項 4 に記載の発明に対応する原理ブロック図

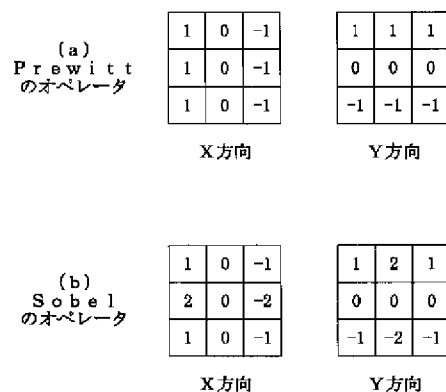


請求項 1～6 に対応した実施形態のハード構成を示す図

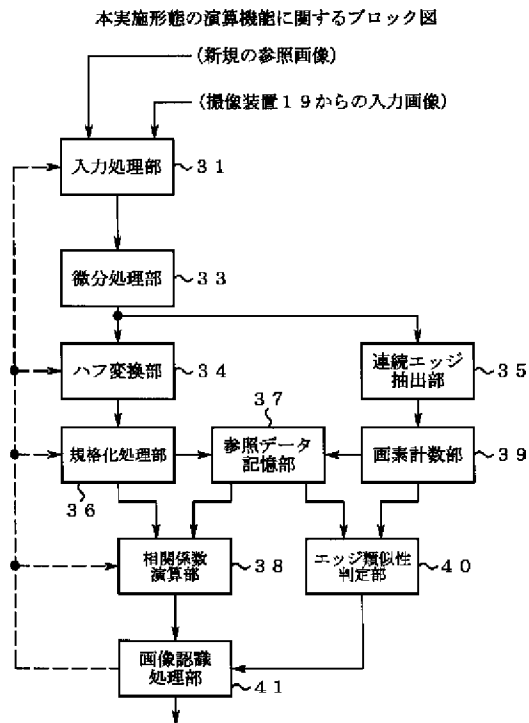


【図 7】

空間上の微分フィルタの一例を示す図

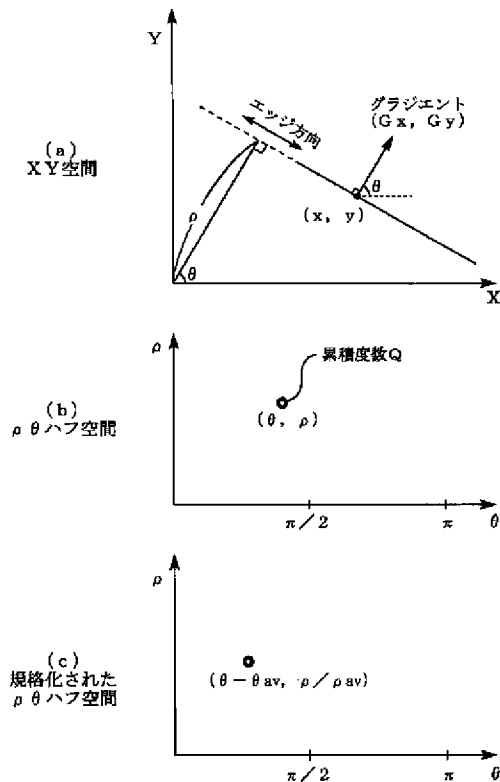


【図5】



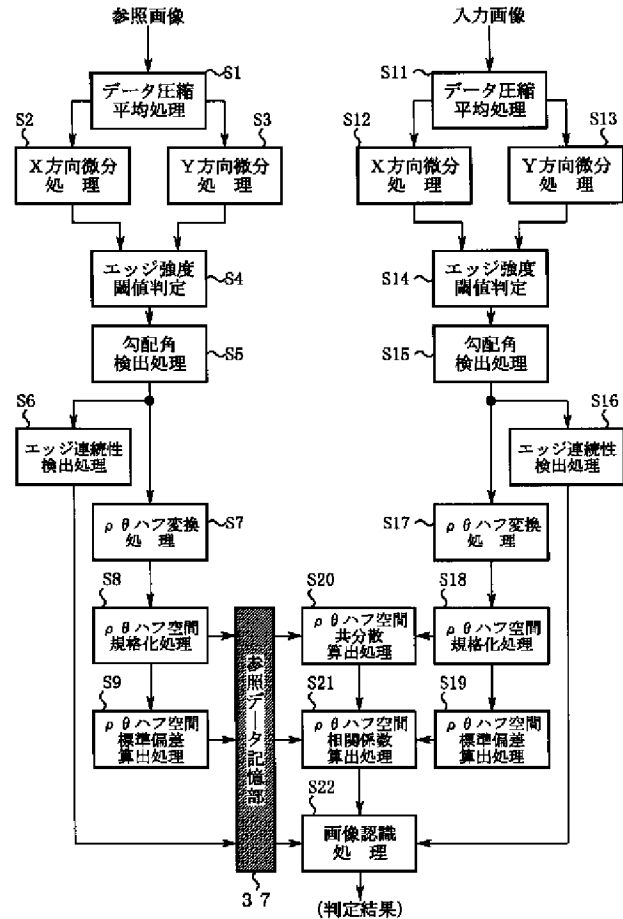
【図9】

ハフ変換を説明する図

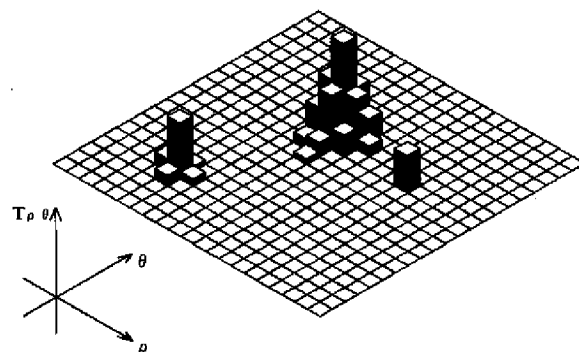


【図6】

本実施形態のデータフローを示す図

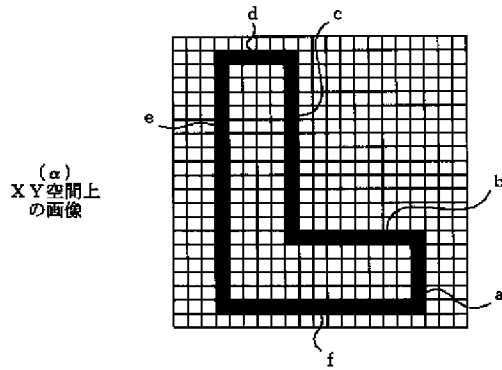


【図10】

 ρ - θ ハフ空間における度数分布を示す説明図

【図 8】

エッジグループに関する情報を説明する図



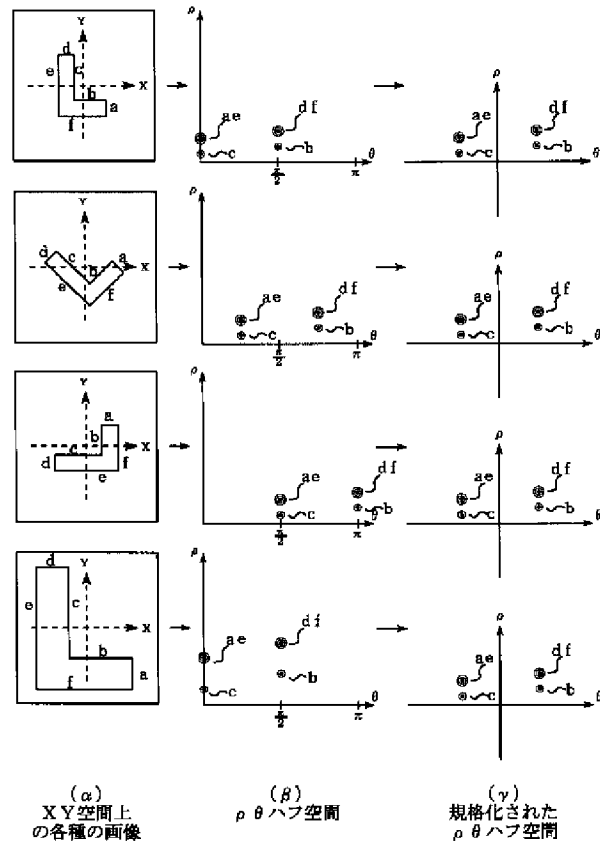
(β)
参照データ記憶部内の
エッジグループに関する情報

ポインタ $p \rightarrow$

$\theta_a - \theta_{av}$
N_a / M
$\theta_b - \theta_{av}$
N_b / M
$\theta_c - \theta_{av}$
N_c / M
\vdots
$\theta_f - \theta_{av}$
N_f / M

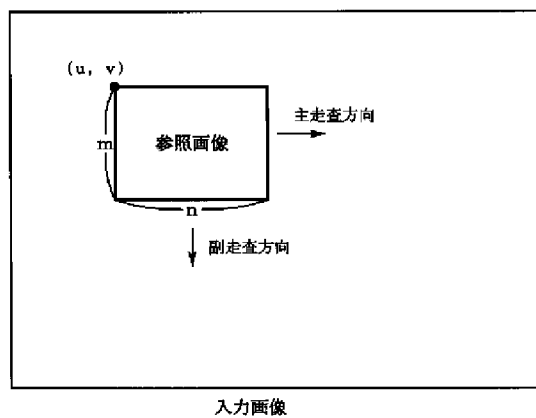
$\theta_a \sim \theta_f$. . . エッジグループ $a \sim f$ の勾配角
 θ_{av} . . . エッジ部分の勾配角の平均値
 $N_a \sim N_f$. . . エッジグループ $a \sim f$ の画素数
 M . . . エッジ部分の総画素数

【図 11】

 ρ θ ハブ空間上における規格化処理の説明図

【図 12】

XY空間におけるパターンマッチングを説明する図



【図13】

一般化ハフ変換による画像認識処理（従来例）を説明する図

